

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ CÔNG TÁC NỔ MÌN KHI KHAI THÁC CÁC MỎ LỘ THIÊN SÂU

GS.TS. NHỮ VĂN BÁCH
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Khi khai thác các mỏ lộ thiên sâu, tính chất cơ lý, độ ngậm nước của đất đá và điều kiện khai thác thay đổi, điều đó ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả của công tác khai thác nói chung và công tác nổ mìn nói riêng. Vì vậy, cần nghiên cứu mức độ ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên khi mở xuống sâu đến công nghệ và kỹ thuật nổ mìn, cũng như cần thiết nghiên cứu những vấn đề cơ bản về nổ mìn để nâng cao hiệu quả đập vỡ đất đá và giảm thiểu tác động đến môi trường ở những mỏ lộ thiên sâu.

1. Tính chất cơ lý, độ nứt nẻ và độ ngậm nước của đất đá thay đổi khi khai thác xuống sâu

Khi chiều sâu khai thác tăng, độ nứt nẻ của đất đá giảm, độ cứng và độ ngậm nước tăng.

Bảng 1. Phân loại đất đá theo mức độ nứt nẻ

Cấp nứt nẻ	Mức độ nứt nẻ	Độ nứt nẻ riêng (m^{-1})	Đường kính trung bình của khối nứt, m	Tỷ lệ % của các khối có kích thước lớn hơn, cm			Chỉ số truyền âm A_i
				30	40	50	
I	Nứt nẻ rất mạnh (khối nhỏ)	> 10	$\leq 0,1$	< 10	$\cong 0$	0	$< 0,1$
II	Nứt nẻ mạnh (khối trung bình)	$2 \div 10$	$0,1 \div 0,5$	$10 \div 70$	< 30	> 5	$0,1 \div 0,25$
III	Nứt nẻ trung bình (khối lớn)	$1 \div 2$	$0,5 \div 1,0$	$70 \div 100$	$30 \div 80$	$5 \div 40$	$0,25 \div 0,4$
IV	Nứt nẻ ít (khối rất lớn)	$1 \div 0,65$	$1 \div 1,5$	100	$80 \div 90$	$40 \div 80$	$0,4 \div 0,6$
V	Thực tế đặc sít (khối cực kỳ lớn)	$< 0,65$	$> 1,5$	100	100	100	$0,6 \div 1,0$

Khi chiều sâu khai thác tăng lên, độ nứt nẻ của đất đá giảm đi và hiệu quả đập vỡ đất đá bằng nổ mìn sẽ giảm.

1.3. Độ ngậm nước của đất đá

Độ ngậm nước của đất đá tăng theo chiều sâu của mỏ. Đất đá ngậm nước có độ bền giảm, như vậy hiệu quả đập vỡ đất đá bằng nổ mìn tăng. Hơn nữa, nổ mìn trong đất đá ngậm nước giảm đáng kể lượng bụi sinh ra, do đó giảm tác động bụi đến môi

1.1. Độ cứng của đất đá

Trong công nghệ nổ mìn, độ cứng của đất đá được đặc trưng bởi độ kiên cố của nó, thông qua hệ số độ kiên cố f (theo M.M. Prôtôđiakônôv):

$$f = \frac{\sigma_n}{100} = \frac{\sigma'_n}{9,8 \cdot 10^6} \quad (1)$$

Trong đó: σ_n - Giới hạn bền nén của đất đá, kg/cm^2 ; σ'_n - Giới hạn bền nén của đất đá, N/m^2 .

Khi tăng chiều sâu khai thác, hệ số f sẽ tăng và hiệu quả đập vỡ đất đá bằng nổ mìn giảm.

1.2. Độ nứt nẻ của đất đá

Độ nứt nẻ của đất đá được đặc trưng bởi tần số và sự phân bố nứt nẻ trong khối. Theo Hiệp hội nổ mìn ở Nga, đất đá được phân làm 5 cấp nứt nẻ (Bảng 1).

trường không khí khi nổ mìn. Như vậy, độ ngậm nước của đất đá làm giảm hiệu quả nổ mìn ở khía cạnh: gây khó khăn cho công tác nạp mìn và lựa chọn chất nổ, làm tăng giá thành công tác nổ mìn.

Với mục đích phục vụ cho công tác nổ mìn, độ ngậm nước của đất đá được đánh giá bằng chiều cao cột nước và tốc độ vận động của nước trong lỗ khoan. Theo chiều cao cột nước trong lỗ khoan, lỗ khoan được phân thành 3 nhóm:

❖ Lỗ khoan khô: mực nước trong lỗ khoan: $h_n \leq 0,5$ m

❖ Lỗ khoan ngậm nước một phần: $h_n \leq 3,0$ m.

❖ Lỗ khoan ngậm nước: $h_n > 3,0$ m.

Theo cường độ trao đổi nước, những lỗ khoan ngậm nước được phân thành 4 nhóm:

❖ Nước không chảy: $0 \leq V < 0,1$ m/ng.đêm;

❖ Nước chảy yếu: $0,1 \leq V < 0,5$ m/ng.đêm;

❖ Nước chảy: $0,5 \leq V \leq 2,0$ m/ng.đêm;

❖ Nước chảy mạnh: $V > 2,0$ m/ng.đêm.

Người ta lựa chọn chất nổ và cách nạp mìn tùy theo độ ngậm nước của lỗ khoan.

2. Những vấn đề cơ bản về nổ mìn cần nghiên cứu khi khai thác xuống sâu

Khi điều kiện nổ mìn thay đổi thì hiệu quả của công tác nổ mìn cũng thay đổi. Chính vì vậy, cần nghiên cứu những giải pháp phù hợp để nâng cao hiệu quả đập vỡ đất đá và giảm thiểu tác động có hại đến môi trường khi khai thác xuống sâu.

Như ta đã biết, thế năng của chất nổ là công cực đại của chất nổ (khi toàn bộ nhiệt lượng nổ biến thành công):

$$A_{\max} = E \cdot Q, \text{ KGm} \quad (2)$$

Trong đó: E - Đường lượng công của nhiệt, KGm/kcal; Q - Nhiệt lượng nổ, kcal/kg.

Trong công tác nổ mìn, nhiệt lượng nổ bị tổn thất bởi nhiều nguyên nhân:

❖ Tổn thất hóa học;

❖ Tổn thất nhiệt lượng dư của sản phẩm nổ;

❖ Tổn thất đốt nóng môi trường;

❖ Sinh ra các dạng công không có lợi (chấn động, sóng đập không khí, đá văng).

Khi đó công có ích sinh ra khi nổ mìn là:

$$A = (Q - \Sigma q) \cdot E, \text{ KGm} \quad (3)$$

Trong đó: Σq - Các dạng nhiệt lượng nổ bị tổn thất và sinh công vô ích

Như vậy, chỉ số công nổ hữu ích là:

$$\eta = \frac{A}{A_{\max}} \quad (4)$$

Chỉ số này thường rất nhỏ, khi nổ tơi $\eta = 20 \div 25$ %, còn khi nổ văng xa $\eta = 3 \div 7$ %.

Do đó, để nâng cao hiệu quả nổ mìn, giảm tác động có hại khi nổ mìn khai thác xuống sâu cần nghiên cứu các giải pháp để tăng chỉ số công nổ hữu ích η .

$$q = \left[0,13 \cdot \rho \sqrt[4]{f} \left(0,6 + 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot d \cdot d_0 \right) \left(\frac{0,5}{d_k} \right)^{2/5} \left(\frac{0,25}{d_{hl}} \right)^{1/2} k \right], \text{ kg/m}^3 \quad (6)$$

Trong đó: ρ - Mật độ đất đá, T/m³; f - Hệ số kiên cố của đất đá; d - Đường kính lượng thuốc, mm; d_0 - Đường kính trung bình của khối nứt, m; d_k -

2.1. Lựa chọn chất nổ sử dụng và cơ giới hóa khâu nạp mìn

Hiện nay, trên thế giới và ở Việt Nam thường sản xuất các loại chất nổ thuộc 3 nhóm:

❖ ANFO: sử dụng trong điều kiện lỗ khoan khô;

❖ Nhũ tương: sử dụng trong điều kiện lỗ khoan ngậm nước;

❖ Chất nổ chứa nước: sử dụng trong điều kiện lỗ khoan ngậm nước.

Tùy theo điều kiện ngậm nước của lỗ khoan mà chọn loại chất nổ cho phù hợp: lỗ khoan khô sử dụng ANFO, ngậm nước một phần sử dụng lượng thuốc phối hợp: ANFO và nhũ tương, ngậm nước hoàn toàn sử dụng chất nổ nhũ tương... Để thuận lợi cho khâu nạp thuốc nên sử dụng loại chất nổ nhũ tương rời và cơ giới hóa khâu nạp thuốc.

2.2. Sử dụng lượng thuốc phối hợp

Khi lỗ khoan khô qua nhiều lớp đất đá có độ cứng khác nhau cần sử dụng lượng thuốc nổ phối hợp với các loại chất nổ có công suất khác nhau.

Khi lỗ khoan ngậm nước, hợp lý là sử dụng lượng thuốc phối hợp với hai loại chất nổ: ổn định nước (nhũ tương) và không ổn định nước (ANFO). Trong lỗ khoan có chiều cao cột nước là h_n , cần nạp chất nổ nhũ tương cao hơn cột nước 0,5 m, sau đó nạp chất nổ ANFO.

Như vậy, chiều cao cột thuốc nổ ổn định nước là $(h_n + 0,5)$ và khối lượng cột thuốc nổ ổn định nước là:

$$Q_{cn} = \frac{\pi d^2}{4} \Delta (h_n + 0,5), \text{ kg} \quad (5)$$

Trong đó: d - Đường kính lỗ khoan, m; Δ - Mật độ nạp đối với chất nổ ổn định nước, kg/m³; h_n - Chiều cao cột nước trong lỗ khoan, m.

2.3. Xác định các thông số nổ mìn hợp lý

Hai thông số nổ mìn cơ bản là đường kính lượng thuốc (d) và chỉ tiêu thuốc nổ (q).

❖ Đường kính d quyết định đến trị số các thông số của mạng lỗ khoan (W, a, b).

❖ Chỉ tiêu thuốc nổ q quyết định đến các thông số của lượng thuốc nổ trong lỗ khoan (Q, h_l).

Khi khai thác xuống sâu thường chọn đường kính lỗ khoan giảm so với đường kính lỗ khoan sử dụng ở những tầng trên. Còn chỉ tiêu thuốc nổ xác định theo độ cứng đất đá, mật độ đất đá, độ nứt nẻ của đất đá và đặc biệt là theo mức độ đập vỡ đất đá hợp lý. Chỉ tiêu thuốc nổ q có thể tính theo công thức:

Kích thước cỡ hạt hợp quy cách (kích thước cho phép lớn nhất), m; d_{hl} - Kích thước cỡ hạt hợp lý (mức độ đập vỡ đất đá hợp lý), m; k - Hệ số quy

đổi chất nổ.

Trị số hợp lý của chỉ tiêu thuốc nổ được xác định qua thực nghiệm.

Để xác định mức độ đập vỡ đất đá hợp lý cần xây dựng mối quan hệ giữa giá thành bóc 1m^3 đất đá với đường kính trung bình của cỡ hạt đồng đất nổ mìn:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i = f(d_{tb}); \quad (7)$$

Trong đó: C_i - Giá thành của công đoạn khai thác thứ i ; d_{tb} - Đường kính trung bình của cỡ hạt đồng đất nổ mìn.

Mức độ đập vỡ đất đá hợp lý (d_{hl}) được xác định từ phương trình:

$$\frac{dc}{d(d_{tb})} = \frac{f(d_{tb})}{d(d_{tb})} = 0 \quad (8)$$

2.4. Lựa chọn phương pháp nổ mìn

Khi khai thác xuống sâu cần áp dụng các phương pháp nổ mìn:

❖ Nổ tạo biên để đảm bảo độ ổn định bờ mỏ. Có 2 phương pháp nổ mìn tạo biên: nổ mìn tạo biên thông thường và nổ tạo khe ban đầu. Khi nổ mìn tạo biên thường sử dụng lỗ khoan nghiêng, các lỗ khoan hàng biên có khoảng cách bằng $a/2$ và nạp thuốc cách lỗ.

❖ Nổ mìn vi sai: Để nâng cao mức độ đập vỡ đất đá và giảm thiểu tác động có hại khi nổ mìn cần áp dụng phương pháp nổ mìn vi sai với phương tiện nổ phi điện.

Với phương pháp nổ mìn vi sai cần lựa chọn sơ đồ vi sai và thời gian vi sai hợp lý. Khi khai thác xuống sâu cần giảm số lượng hàng lỗ khoan cho phù hợp với điều kiện khai thác, thông thường một bãi khoan có 2 hàng lỗ khoan với mạng lỗ khoan tam giác đều.

2.5. Chọn điểm khởi nổ để giảm tác dụng chấn động

Tác dụng chấn động phụ thuộc nhiều vào hướng truyền sóng nổ. Khi công trình gần bãi nổ, một mặt phải tiến hành nổ mìn với màn chắn sóng, mặt khác phải cho hướng sóng nổ truyền từ gần đến xa công trình cần bảo vệ.

Số hàng mìn của bãi nổ được xác định:

$$n = 1 + \frac{A - W}{b} \quad (9)$$

Trong đó: A - Chiều rộng khoanh khai thác, m; W - Đường kháng chân tầng, m; b - Khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan, m.

Khi khai thác xuống sâu, A giảm nên n cũng giảm. Thông thường, để đảm bảo hiệu quả nổ lấy $n=2$. Khi khởi nổ sử dụng phương tiện phi điện, công trình cần bảo vệ (kể cả bờ mỏ) nằm bên sườn bãi mìn.

2.6. Chọn cấu trúc lượng thuốc nổ trong lỗ khoan để giảm tác dụng chấn động

Để giảm tác dụng chấn động thường sử dụng lỗ khoan nghiêng (song song với bề mặt sườn tầng). Trong lỗ khoan nạp lưu cột không khí (đối với lỗ khoan khô) hoặc lưu cột nước (đối với lỗ khoan ngâm nước).

Khi nổ mìn lưu cột không khí cần xác định chính xác 2 thông số:

❖ Tỷ số chiều cao cột không khí với chiều cao cột thuốc:

$$k = \frac{L_{KK}}{L_T} = 0,17 \div 0,4 \quad (10)$$

Trong đó: L_{KK} - Chiều cao cột không khí, m; L_T - Chiều cao cột thuốc, m.

❖ Tỷ số lượng thuốc phụ với lượng thuốc chính:

$$p = \frac{Q_f}{Q_c} = 0,3 \div 0,45 \quad (11)$$

Trong đó: Q_f - Khối lượng của lượng thuốc phụ, kg; Q_c - Khối lượng của lượng thuốc chính, kg.

2.7. Xác định quy mô một đợt nổ để bảo vệ bờ mỏ và công trình

Khi khai thác xuống sâu, quy mô một đợt nổ giảm bởi vì:

❖ Độ ngậm nước của đất đá tăng nên độ ổn định của thành lỗ khoan giảm, tốc độ lắng phoi lớn. Do đó thời gian tồn tại của bãi khoan giảm đi để tăng hệ số sử dụng mét khoan và tăng hiệu quả công tác khoan: khi đó cần giảm số lượng lỗ khoan trong một bãi mìn.

❖ Khi khai thác xuống sâu, bờ mỏ cao nên kém ổn định. Hơn nữa khi nổ ở dưới sâu thường chấn động mạnh. Chính vì vậy cần giảm quy mô một đợt nổ để bảo vệ bờ mỏ và các công trình gần bờ mỏ.

Thông số cần khống chế ở đây là tốc độ dao động của nền đất khi nổ mìn:

$$v = k \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^m \quad (12)$$

Trong đó: $m=1 \div 3$ - Chỉ số phụ thuộc vào khoảng cách đến vị trí nổ; $k=50 \div 600$ - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của đất đá, loại chất nổ và công nghệ nổ mìn; Q - Khối lượng thuốc nổ đồng thời, kg; R - Khoảng cách từ lượng thuốc nổ đến điểm đo, m.

Khi nổ mìn, cần khống chế $v \leq v_{cf}$ (v_{cf} là tốc độ dao động cho phép đối với từng loại công trình). Như vậy, khi biết v_{cf} và khoảng cách từ vị trí nổ đến công trình cần bảo vệ là R , ta sẽ xác định được quy mô một đợt nổ Q :

$$Q = \left(\frac{v_{cf} R^m}{k} \right)^{\frac{3}{m}}, \text{ kg} \quad (13)$$

Khi nổ vi sai thì có thể tăng quy mô một đợt nổ:

$$Q_{vs} = \frac{2}{3} Q\sqrt{N}, \text{ kg.} \quad (14)$$

Trong đó: N - Số mức chậm khi dẫn cách thời gian giữa các nhóm vì sai không nhỏ hơn 50 ms.

3. Kết luận

❖ Khi chiều sâu khai thác tăng lên, độ nứt nẻ của đất đá giảm đi, độ cứng và độ ngậm nước của nó tăng lên. Điều đó ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả nổ mìn;

❖ Khi khai thác ở các mỏ lộ thiên sâu, có thể áp dụng tổng hợp các phương pháp để tăng cường chất lượng đập vỡ đất đá và giảm thiểu tác dụng chấn động khi nổ mìn;

❖ Đối với mỗi một mỏ cụ thể cần nghiên cứu kỹ điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình, điều kiện khai thác để lựa chọn phương pháp phù hợp và xác định các thông số hợp lý, đảm bảo nổ mìn với chất lượng cao và khai thác với hiệu quả lớn. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách (1998): Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan-nổ mìn. Nhà xuất bản "Giáo dục".
2. Nhữ Văn Bách (2008): Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trong khai thác mỏ. Nhà xuất bản "Giao thông Vận tải".

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN...

(Tiếp theo trang 18)

3. Kết luận

Lựa chọn đồng bộ thiết bị xúc bốc, vận tải là khâu quan trọng đối với các mỏ lộ thiên nói chung và các mỏ quặng sắt có điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình phức tạp nói riêng. Để nâng cao hiệu quả khai thác đối với các mỏ quặng sắt có điều kiện địa chất phức tạp, cần phải lựa chọn đồng bộ thiết bị phù hợp với đặc tính cơ lý của từng loại đất đá mềm yếu, đá cứng nổ mìn và quặng.

Những kết quả tính toán trên đây có thể là tài liệu tham khảo cho các mỏ khi lựa chọn đồng bộ thiết bị khai thác. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo địa chất kết quả thăm dò tỷ mỷ mỏ sắt Thạch Khê-Nghệ Tĩnh, Liên đoàn địa chất 4. Đoàn 402, năm 1985.
2. Báo cáo thăm dò mỏ sắt Tùng Bá-xã Tùng Bá-huyện Vị Xuyên-tỉnh Hà Giang. Liên đoàn

3. Nhu Van Bach (2008): Fundamental issues for blasting operation in Vietnamese surface mines. Advances in Mining and Tunneling-Publishing House for Science and Technology, Hanoi, Vietnam.

4. Lê Ngọc Ninh (2009): Nghiên cứu các thông số của cấu trúc lượng thuốc trong lỗ mìn nhằm nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá và bảo vệ môi trường ở một số mỏ lộ thiên Việt Nam. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.

5. Lê Văn Quyền (2009): Nghiên cứu mức độ đập vỡ đất đá bằng nổ mìn và xác định mức độ đập vỡ đất đá hợp lý cho một số mỏ lộ thiên Việt Nam. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

SUMMARY

When blasting operation in the deep mines, effect on blast is impacted of changes in rock properties, density, etc. The paper shows fundamental problem to give a reasonable solution to improve the efficiency of fragmentation process and minimize environmental impacts in the deep mines.

Intergeo. 2008.

3. Dự án đầu tư mỏ khai thác và tuyển quặng sắt mỏ Thạch Khê, Hà Tĩnh. Viện Giproiruda. 2007.

4. Dự án đầu tư khai thác lộ thiên mỏ sắt Nà Rêu-Công ty Cổ phần gang thép Cao Bằng. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-TKV. Hà Nội. 2009.

5. Hồ Sĩ Giao và nnk "Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên". Hà Nội. 2009.

SUMMARY

Equipment fleet uses on surface mines, directes impact to the productivity of both production system on open pit mines. To day, with the variety of mining equipment types, features, size, capacity, etc. has created difficulties in selecting the mining equipment. This paper presents the results of the research for mining shovel-truck selection suitable for iron open pit mines with conditional multiple geological.